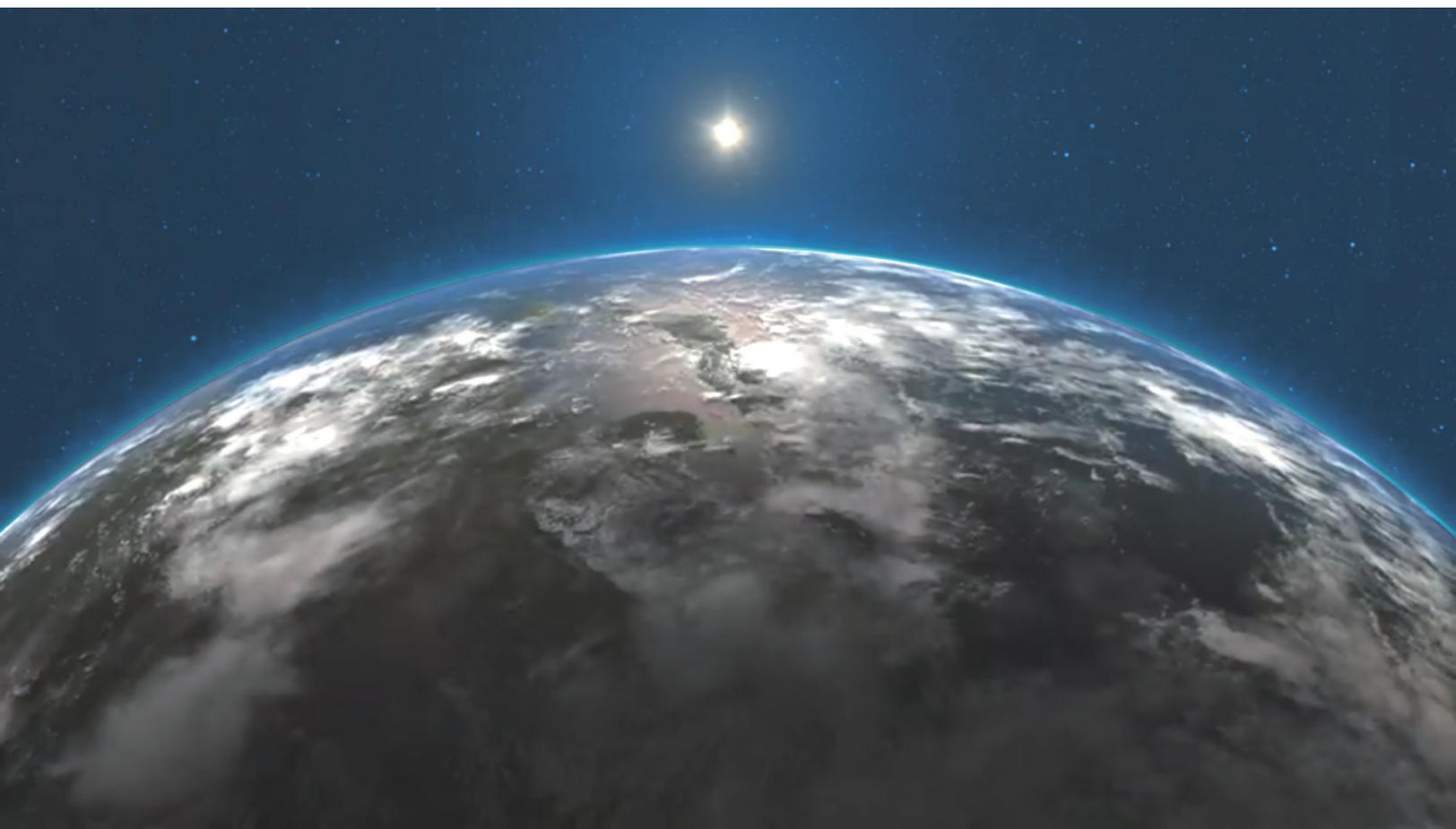


宇宙と生命の誕生



1. 地球誕生（原始地球と月の誕生）

45 億 6700 万年前

太陽系誕生

天の川銀河が近傍の矮小銀河と衝突し、星々が爆発的に生まれるスターバーストが起きた。我々の太陽系もその中の一つである。



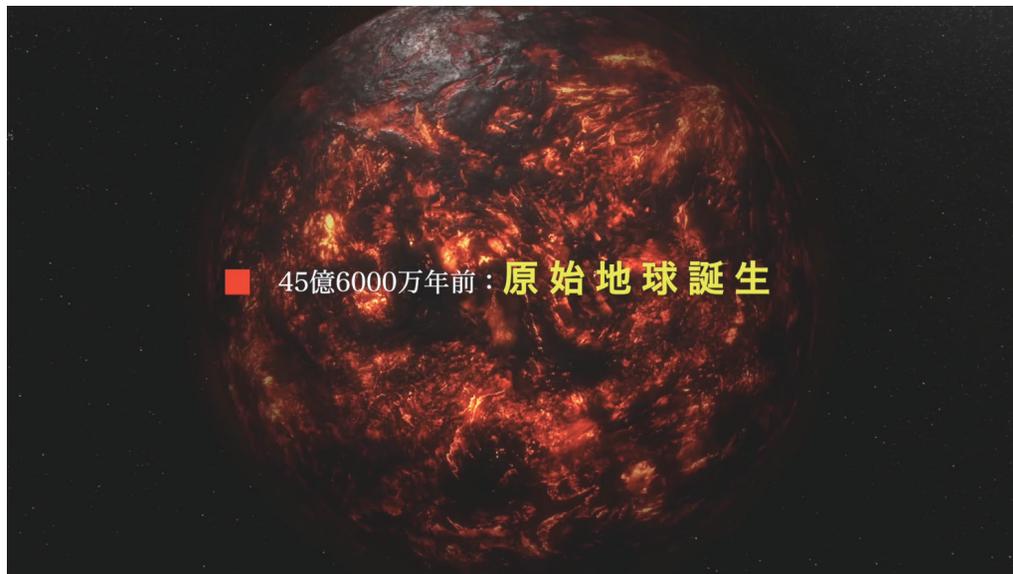
その内部では物質大循環が起こっていた。外縁部の物質は、太陽に近づくにつれて水分が蒸発し、ドライなものとなった。こうして、水分量の違う粒子の分布が生まれた。やがて双極流が停止する事によって、物質大循環が停止。粒子密度の高い場所が生まれる。

そこでは引力による衝突が頻繁に起こり、徐々に大きなかけらに成長して微惑星となった。こうして生まれた微惑星は衝突を繰り返し、さらに大きな、惑星に成長していったのだ。

45 億 6000 万年前

原始地球誕生

同じ公転軌道上に沢山の惑星が生まれたため、原始地球は火星サイズの惑星と衝突を起こした。



45 億 5000 万年前

月を従えた現在の地球が誕生 **この衝突により月が生まれる。**

ジャイアントインパクト。地球の衛星である月がどのように形成されたかを説明する学説。



2. プレートテクトニクス（海洋の浄化と磁場の発生）

ドライな原始地球には沢山の微惑星や水惑星が降り注いだ。
これらの微惑星に含まれていた水によって、地球には大気と海洋が生まれた。

43億7000万
～42億年前

大気と海洋の誕生

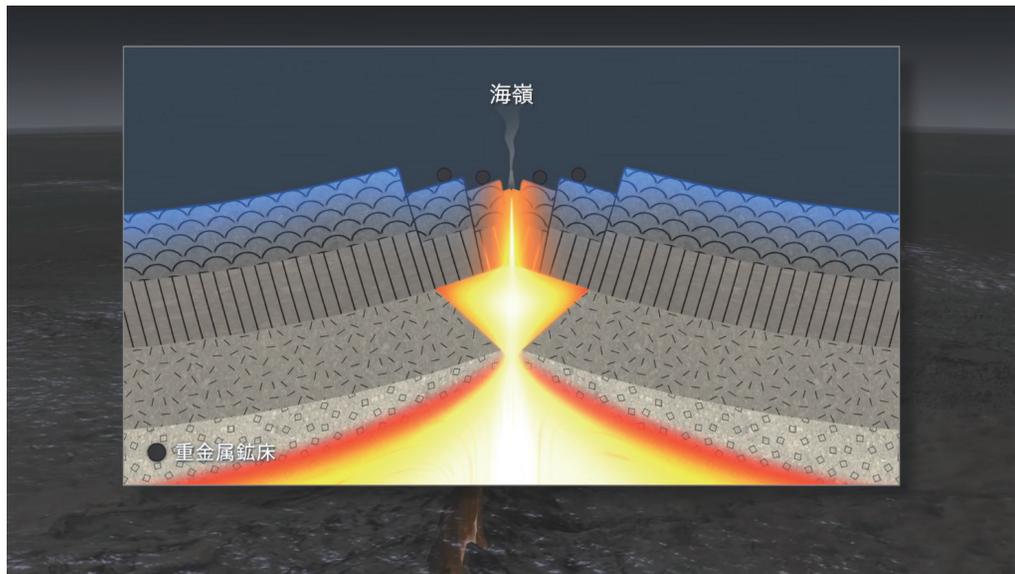
大気中の水蒸気が雨となり海を作ったことによって、大気圧が下がっていった。さらに、二酸化炭素が液体に相転移して海に加わる。また、二酸化炭素は岩塩にも取り込まれ、風化浸食作用によって海に落ち込んでいった。しかしこの時の海水は、超酸性高塩分で大量の重金属素を含んでいたため、生命にとっては猛毒の海であった。

43億7000万
～41億年前

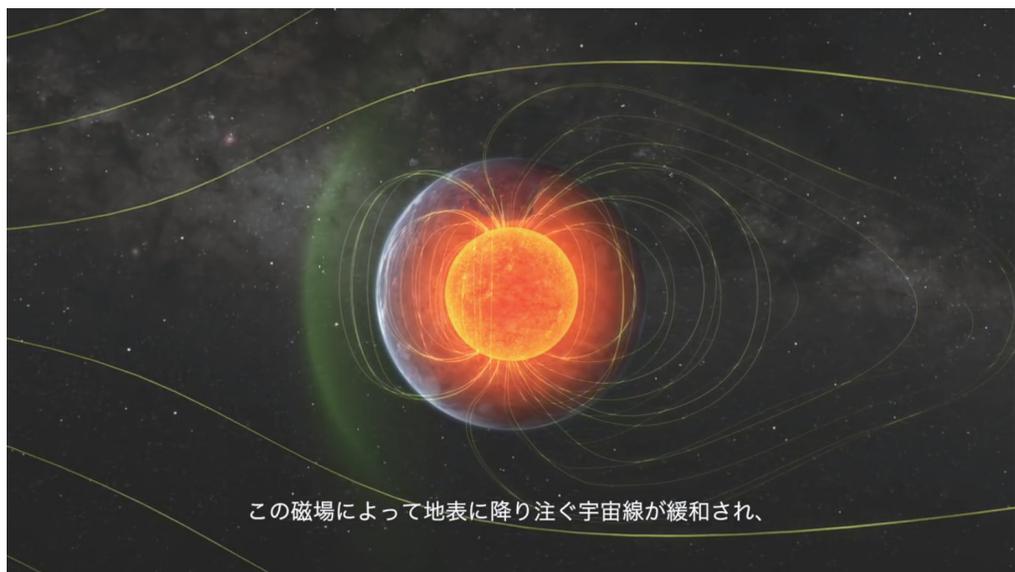
生命誕生へとつながる

プレートテクトニクス開始。

上昇するマントル対流が、海洋プレートに裂け目を作った。マントル対流によって持ち上げられたプレートは自己重力によって横滑りを始め、「プレートテクトニクス」が開始された。



大陸プレートより重い海洋プレートはその下に沈み込んでいく。一方、風化浸食作用によって海に落ち込んだ岩石は、超酸性の海を中和させていく。そしてこれらの岩石や、海嶺で析出した重金属は、プレートと共にマントルの深部へ閉じ込められていく。こうして海は浄化されていったのだ。



42億年前頃までに、地球の中心部には液体の外核ができた。そしてそこに発生した電流により強い磁場が生まれた。この磁場によって地表に降り注ぐ宇宙線が緩和され、生命誕生へと繋がっていった。

3. 原始生命の誕生（月の潮汐力）

生命の始まりは、まだ太陽の光が地上に十分に届かないころ、間欠泉の地下で始まった。ウラン鉱床がエネルギーを供給すると水と反応し、生命の材料となる様々な分子「生命構成単位」が出来上がっていった。間欠泉内部は、100℃になると地上への噴出により水が入れ替わる。よって水は100℃を超えることなく、作られた分子は守られていた。また地下で還元、地上で酸化の場を提供したことも、分子の合成には不可欠な条件だった。



当時、地球に近かった**月の潮汐力**は、今よりも遥かに大きく、湖にも満ち引きを生み出し、乾湿サイクルを生じさせた。乾湿サイクルの場は、**生命構成単位を合成する大切な場**である。

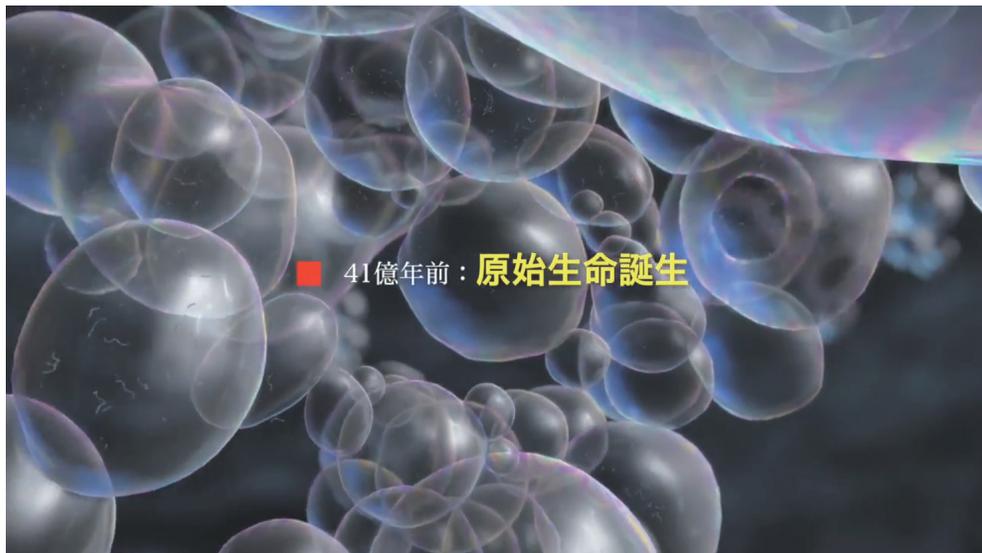


脂肪酸は集まって、生命を包む膜となる。

41 億年前

原始生命誕生

ウェットとドライな状態が繰り返されることで重合反応が進み、触媒活性をもつタンパク質様原始物質が作られた。そしてこれらの物資が循環し、交じり合うことによって、さらに複雑な分子へと発展した。生命を記述する分子「**原始 RNA**」。これがさらに「**酵素様原始物質**」と交じりあい、**自己複製機能を持つ「リボザイム」に進化する**。こうして分子は、生命の「配列」を複製する力を身につけた。そしてこれらが資質の膜に取り込まれ、**「原始生命体」が生まれた**。

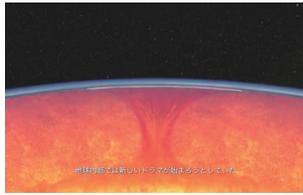


■ 41億年前：**原始生命誕生**

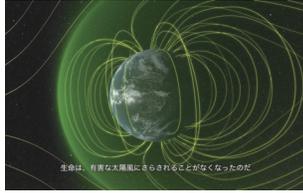
4. 生命進化の第1ステージ（第二次生命体から第三次生命体へ）

43億7000万
～42億年前

原初大陸の消失と強い磁場の発生



海洋の誕生とともに始まったプレートテクトニクスによって大陸は強力な構造浸食により削り取られ、マントルに沈み込んでいった。こうして生命を生んだ母なる大陸は、原初大陸の小片にしがみついで生きていた生命体を地表に残して、マントル深部に消えていった。

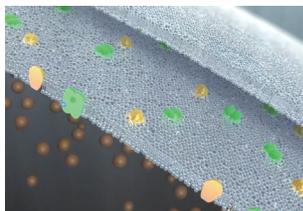


しかし、地球内部では新しいドラマが始まろうとしていた。沈み込んだ原初大陸がコアに向かって落下していった。大陸の岩石には放射性同位体元素が多く含まれていたため、自己発熱して、コアの上部を溶かした。これによって、42億年前頃に強い磁場が生まれ、**表層環境を守る強固なバリア**となった。
生命は有害な太陽風にさらされることがなくなったのだ。

42億年前

太陽エネルギーを利用する生命体に変化

生命体には、エネルギーの供給と栄養塩を含む物質循環が不可欠である。**生命とはたゆみない電子の流れともいえるのだ。**地下で生まれた**第一次生命体**は、そのエネルギー供給源から離れてしまうと電子が流れなくなり死滅していった。



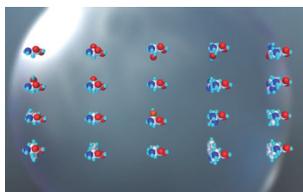
生命体は突然変異を起こし、多種多様な生命体へと進化する。そして厳しい環境の変化に適合した種のみが生き残るのだ。生命はやがて、**太陽の光エネルギーを利用する第二次生命体へ進化**する。それは、太陽が沈んだあとでも代謝を維持できるシステムを持っていた。日中にためた糖を周囲の共生体とやり取りすることで、夜の間も代謝を行えるようになった。



生命は、そのエネルギー源を『地下の太陽』である自然原子炉から地上の太陽へと切り替え**第二次生命体へと進化**したのだ。

41億年前

大量絶滅の後の第三次生命体



この時の海水はまだ浄化が終わっておらず、その猛毒にさらされた生命体は死滅した。しかし、その厳しい環境を生き抜いた生命体があった。有害な金属イオンが生体内に入らないようにすることによって、猛毒に対応したのだ。そして外部共生していた生命体同士が融合し、徐々に複雑な生体システムに進化していった。現在の生命は、**20種類のアミノ酸しか利用していないが、これはその大量絶滅の中で選択された最終結果であったと考えられる。**



絶滅と進化は紙一重である。不安定だったRNAは、自然原子炉がより安定した構造の形成を促し、電離放射線が作用して、安定したDNAへと進化した。こうして第三次生命体である原核生物が誕生した。**ここで誕生した第三次生命体こそが、原始的な古細菌と真正細菌の先祖である。**

5. 生命進化の第1ステージ（シアノバクテリアと海の浄化）

29 億年前

光合成生物の出現

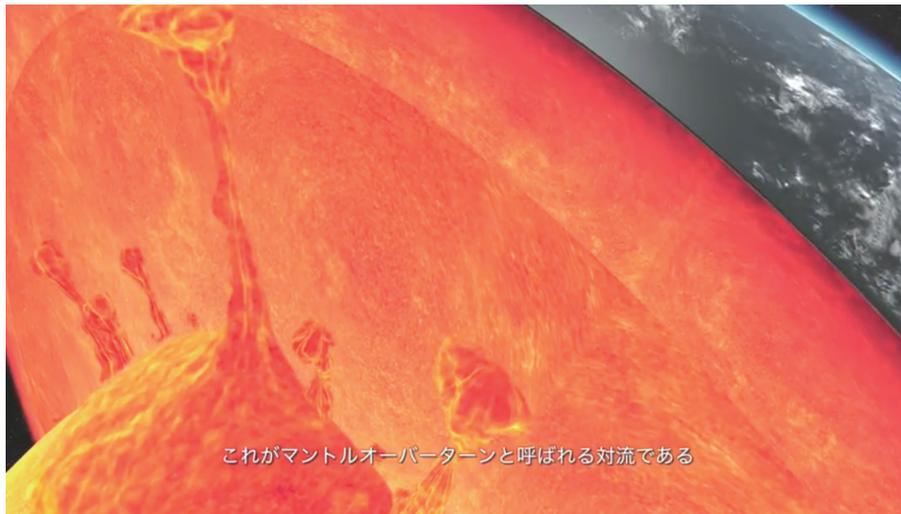


還元的な物質からできている生命体にとって、**遊離酸素**は生命を破壊する猛毒である。初めての光合成生物は、酸素を出さない嫌気性細菌としてはじまった。やがて**原始生命体**は、**猛毒である酸素を放出し、それに耐える仕組みを生み出す**。これは酸素を使うことによって、より大きなエネルギーが生み出せるからだ。こうして生まれたのが**シアノバクテリア**である。生み出された酸素は、海中の二価鉄と反応し磁鉄鉱を晶出させて、**海は浄化されていく**。しかしこの時の塩分濃度は、まだ現在の5倍であった。

26 億年前

マントルオーバーターン

地球がある程度冷却してくると、部マントルと下部マントルの境界に溜まった古いプレートの塊が崩壊を始め、逆に下部マントルからは多数のマントルブルームが上昇する。これが**マントルオーバーターン**と呼ばれる対流である。マントルブルームは表層の一部を持ち上げ、玄武岩からなる小大陸を作る。



これがマントルオーバーターンと呼ばれる対流である



マントルオーバーターンによる小大陸の出現が、それを助けた。

シアノバクテリアには光が射し込む適度な浅瀬が必要であるが、マントルオーバーターンによる小大陸の出現が、それを助けた。



そして生み出された**大量の酸素が、地球の大気を変えていったのだ**。



その厚さは25億年前頃までに数kmに達した

一方海の中では、酸化した三価鉄が赤鉄鉱として海底に蓄積していき、縞状鉄鋼床が生まれた。その厚さは25億年前頃までに数kmに達した。その結果、海中の鉄イオンが急激に減少し、海の色は現在に近い青色に近づいた。こうして生物は自ら地球表層環境を変え始め、**文明を生み出す地球生命へと突き進む**。それは、**生物と地球の本格的な共進化の第一歩**であった。

6. 生命進化の第2ステージ（大量絶滅から真核生物へ）

23 億年前

全球凍結による大量絶滅



天の川銀河と矮小銀河との衝突によって星間ガスが圧縮され、爆発的な星形成が起きた。作られた星の中でも特に大きな星は数千万年のうちに次々と超新星爆発を起こし、太陽系を大量の宇宙線が襲った。ヘリオスフィアが縮退すると、地球にも大量の宇宙線が降り注いだ。宇宙線は雲核生成作用を起こし、地球は雲で覆われた。その結果、太陽のエネルギーは十分地表に届かなくなり、全球凍結が起こる。そして地球に到達した宇宙線や全球凍結が、大量絶滅を引き起こした。

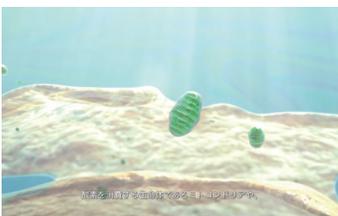


地球環境は宇宙と深く結びつき、全体が一つのシステムとして機能しているのだ

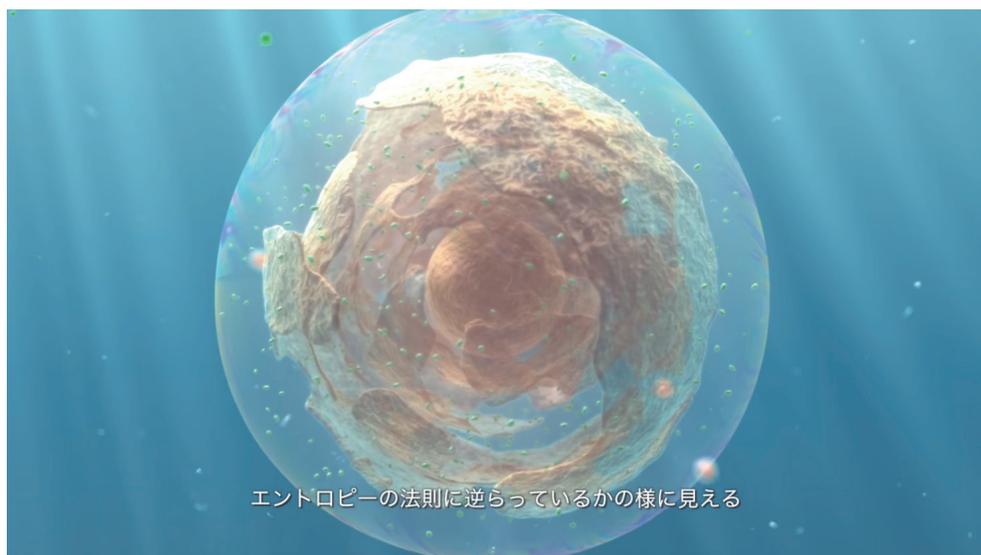
しかし氷の下にはこの環境に耐えた生命が僅かに存在していた。それはまるで、地球が氷のベールで生命を守ったかのようだ。地球は太陽を駆動力とした大規模物質循環を作り、生命を守るバイオスフィアによって包まれている。地球環境は宇宙と深く結びつき、全体が一つのシステムとして機能しているのだ。

21 億年前

原核生物から真核生物へ



全球凍結による大量絶滅を生き残った原核生物たちは、内部共生をさらに拡大し、巨大化していった。酸素を消費する生命体であるミトコンドリアや、酸素発生装置である葉緑体を膜内に取り込み、酸素による大きなエネルギーを使えるようになった。こうして共生したミトコンドリアの数は数千個を超えた。また、水中の高い酸素濃度からDNAを守るため、それを包む核膜が生まれた。DNAは巨大化し、より多くの『生命の配列』を保持できるようになった。その結果、より複雑で多様な生命体を生み出すことが出来るようになったのだ。こうして真核生物が誕生した。



エントロピーの法則に逆らっているかの様に見える

その大きさは、原核生物の実に100万倍に及んだ。大量絶滅の危機にさらされるたびに繰り返されてきた生命の大進化。自然界は、放置しておけば秩序から無秩序へと向かうが、しかしそれとは逆に、より整然と複雑化していく生命の姿はエントロピーの法則に逆らっているかの様に見える。